

10/539090

15 JUN 2005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Kazunori INOGAI, et al.  
Application No.: New PCT National Stage Application  
Filed: June 15, 2005  
For: CHANNEL SIMULATOR AND WIRELESS APPARATUS  
EVALUATION METHOD

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

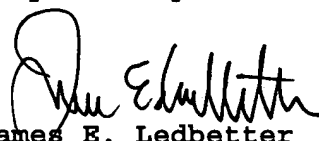
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-372792, filed December 24, 2002.

The International Bureau received the priority document within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter  
Registration No. 28,732

Date: June 15, 2005

JEL/spp

Attorney Docket No. L9289.05149  
STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.  
1615 L STREET, NW, Suite 850  
P.O. Box 34387  
WASHINGTON, DC 20043-4387  
Telephone: (202) 785-0100  
Facsimile: (202) 408-5200

PCT/JP03/16530

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

24.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 2 4 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 7 2 7 9 2  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 3 7 2 7 9 2 ]

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

REC'D 19 FEB 2004

WIPO

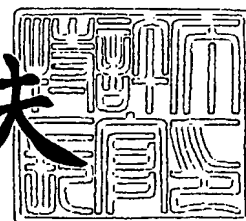
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 2 月 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 6 2 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 2900645247

【提出日】 平成14年12月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 1/00

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 松下通信工業株式会社内

    【氏名】 猪飼 和則

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 松下通信工業株式会社内

    【氏名】 今村 大地

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 松下通信工業株式会社内

    【氏名】 星野 正幸

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 松下通信工業株式会社内

    【氏名】 太田 現一郎

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100105050

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鷲田 公一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 伝送路シミュレータ及び無線機器評価方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 開発装置である無線機器の 1 パス伝送路での特性を評価するための伝送路シミュレータであって、

開発装置の送信系に設けられたデジタルベースバンド処理部の出力信号を入力する入力手段と、

前記入力手段を介して入力した信号に対して、全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによる S N R 変動を模擬した受信機雑音を付加する受信機雑音付加手段と

を具備することを特徴とする伝送路シミュレータ。

【請求項 2】 前記受信機雑音付加手段は、帯域制限された白色ガウス雑音の包絡線振幅で雑音レベルを除算し、除算値を白色ガウス雑音に掛けた値を前記入力手段を介して入力した信号に加算する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の伝送路シミュレータ。

【請求項 3】 開発装置である無線機器のマルチパス伝送路での特性を評価するための伝送路シミュレータであって、

開発装置の送信系のデジタルベースバンド処理部の出力信号を入力する入力手段と、

前記入力手段を介して入力した信号から各パスの信号に対応する信号を形成するマルチパス信号形成手段と、

前記マルチパス信号の各パスの信号それぞれに、フェージングによるレベル変動のみを与えるフェージング変動付与手段と、

フェージング変動が与えられた前記各パスの信号を加算する加算手段と、

前記加算手段により得られた加算信号に受信機雑音を付加する受信機雑音付加手段と、

前記受信機雑音を付加した後の信号レベルがほぼ一定になるような利得制御を行う利得制御手段と

を具備することを特徴とする伝送路シミュレータ。

【請求項4】 前記開発装置のデジタルベースバンド処理部の後段に設けられたアナログベースバンド処理部からの出力信号を入力する第2の入力手段と、

前記第2の入力手段から入力されたアナログベースバンド信号をデジタルベースバンド信号に変換するアナログベースバンド処理部とを、さらに具備し、

前記受信機雑音付加手段は、当該アナログベースバンド処理部により得られたデジタルベースバンド信号に対して前記受信機雑音成分を付加する

ことを特徴とする請求項1に記載の伝送路シミュレータ。

【請求項5】 前記開発装置のデジタルベースバンド処理部の後段に設けられたアナログベースバンド処理部からの出力信号を入力する第2の入力手段と、

前記第2の入力手段から入力されたアナログベースバンド信号をデジタルベースバンド信号に変換するアナログベースバンド処理部とを、さらに具備し、

前記マルチパス信号形成手段は、当該アナログベースバンド処理部により得られたデジタルベースバンド信号からマルチパス信号を形成する

ことを特徴とする請求項2に記載の伝送路シミュレータ。

【請求項6】 デジタル回路により構成され、入力される設定値に応じて、前記デジタルベースバンド信号に対して、開発装置の無線回路での信号劣化を模擬した雑音成分を付加するアナログ調整手段を、さらに具備することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の伝送路シミュレータ。

【請求項7】 開発装置である無線機器の1パス伝送路での性能を評価するための無線機器評価方法であって、

前記無線機器のデジタルベースバンド信号に対して、信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加し、

前記受信機雑音を付加した信号に基づいて前記無線機器の1パス伝送路での性能を評価する

ことを特徴とする無線機器評価方法。

【請求項8】 開発装置である無線機器のマルチパス伝送路での特性を評価するための無線機器評価方法であって、

前記無線機器のデジタルベースバンド信号からマルチパス信号を形成し、  
前記マルチパス信号の各パスの信号それぞれに、フェージングによるレベル変動を模擬したフェージング変動を与え、  
フェージング変動が与えられた各パスの信号を加算し、  
加算後の信号に対して受信機雑音を与え、  
受信機雑音付与後の信号に対して、信号レベルがほぼ一定になるような利得制御を行い、  
利得制御後の信号に基づいて前記無線機器のマルチパス伝送路での性能を評価する  
ことを特徴とする無線機器評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は伝送路シミュレータ及び無線機器評価方法に関し、例えば携帯電話やその基地局、無線LAN (Local Area Network) のMT (Mobile Terminal) やAP (Access Point) を開発する際に用いて好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の携帯電話やその基地局、無線LANのMTやそのAPを開発するにあたっては、開発装置の性能評価の環境として無線伝送路をシミュレートする装置、すなわち伝送路シミュレータが必要となる。

【0003】

伝送路シミュレータを用いて、開発装置から送出される信号に模擬的にフェージングや受信機雑音を付加したときに得られる伝送特性と、理論値や計算機シミュレーション値とを比較することにより、開発装置が所望の動作をしているか否かを判定することができる。また走行実験コースの伝送路状態を再現することにより、実際の伝搬環境下で生じた開発装置の不具合を解析できるようになる。このように伝送路シミュレータを用いれば、開発装置の特性評価を室内で簡単に行うことができるようになる。

## 【0004】

従来の伝送路シミュレータの構成例を、図8に示す。伝送路シミュレータ10は、開発装置40の送信系から出力される送信信号を制御装置30からの設定パラメータに応じて構成されるマルチパス伝送路を通過させる。このとき各パスを通過する信号に、フェージングを模した振幅変動と位相変動（以下、これを伝搬路変動と呼ぶ）を与え、各パスの利得で重み付け加算した後、受信機雑音を加える。伝送路シミュレータ10により伝搬路変動と受信機雑音を与えられた信号は、開発装置の受信系50により受信復調され、復調後の信号が誤り率測定器70に送出される。このように、伝送路シミュレータ10にて様々な伝搬路変動及び受信機雑音を与えたときの誤り率測定結果を観測することで、開発装置の送信系40及び受信系50の性能を評価することができる。

## 【0005】

次に伝送路シミュレータ10の具体的な構成について説明する。伝送路シミュレータ10は、デジタルベースバンド処理部（デジタルBB処理部）41、アナログベースバンド処理部（アナログBB処理部）42及び無線回路43からなる開発装置の送信系40に接続されると共に、無線回路53、アナログBB処理部52及びデジタルBB処理部51からなる開発装置の受信系50に接続される。なお図8では、無線回路43と11、20と53間を接続している線以外は、Iチャネル（同相つまり複素数の実部）とQチャネル（直交つまり複素数の虚部）からなる2本のベースバンド信号線である。

## 【0006】

データ発生器60により発生されたデジタルデータは、送信系40のデジタルBB処理部41、アナログBB処理部42及び無線回路43を介して伝送路シミュレータ10に入力される。ここでデジタルBB処理部41は、開発装置の送信系40がCDMA（Code Division Multiple Access）送信装置であれば、デジタル変調処理や拡散処理等を行う部分であり、OFDM送信装置であれば、デジタル変調処理や逆フーリエ変換処理等を行う部分である。またアナログBB処理部42はデジタルアナログ変換回路であり、無線回路43はアップコンバートや信号増幅等を行う部分である。



## 【0007】

伝送路シミュレータ10は、無線回路43と逆の処理、すなわちダウンコンバータ等の処理を行う無線回路11及びアナログデジタル変換回路でなるアナログBB処理部12を有し、当該無線回路11及びアナログBB処理部12により送信系40からの信号をデジタルベースバンド信号に戻す。

## 【0008】

デジタルベースバンド信号は、シフトレジスタ14及びセクタ15からなるマルチパス信号生成部13に入力され、当該マルチパス信号生成部13によってマルチパス信号とされる。具体的には、シフトレジスタ14は入力されたデジタルベースバンド信号を、パスの最大遅延時間をアナログBB処理部12のサンプリング周期で除算した時間ずつシフトさせる。

## 【0009】

セクタ15はシフトレジスタ14の各シフト段から出力される信号の中からパス数分の信号を選択して出力する。ここでマルチパス生成部13には、制御装置30により指定されたパス数と各パスの遅延時間を示すマルチパス指示信号S1が入力され、シフトレジスタ14及びセクタ15はこのマルチパス指示信号S1に基づいて動作する。これによりマルチパス生成部13のセクタ15からは、マルチパス環境下での各パスに対応する信号が出力される。

## 【0010】

各パスに対応する信号はそれぞれ瞬時変動（レイリーフェージング）付加部16の各複素乗算器A1～Akに送出される。また各複素乗算器A1～Akには帯域制限複素ガウス雑音発生部（LGN）D1～Dkにより発生された複素ガウス雑音が供給される。因みに帯域制限複素ガウス雑音発生部（LGN）D1～Dkは、白色ガウス雑音発生部とドップラーフィルタから構成されており、制御装置30から入力される最大ドップラー周波数S2の範囲に帯域制限された白色ガウス雑音を発生する。これにより各複素乗算器A1～Akからは瞬時変動が与えられた各パスの信号が出力される。

## 【0011】

瞬時変動が付与された各パスの信号は、短長区間変動付与部17を形成する複

数の複素乗算器B1～Bkに送出される。各複素乗算器B1～Bkには、制御装置30から指定された各パスに応じた複素利得S3が供給されており、これにより短長区間変動付与部17からはシャドウイングや距離変動が与えられた各パスの信号が出力される。このようにして、伝送路シミュレータ10においては、各パス毎に制御装置30で指定された瞬時変動、シャドウイング及び距離変動が付与された信号が形成され、この各パスの信号が加算器C1、C2……により全て加算されることにより、伝搬路変動が反映されたマルチパス信号が形成される。

#### 【0012】

伝送路シミュレータ10は、マルチパス信号に受信機雑音を付加する受信機雑音付加部18を有する。ここで受信機雑音付加部18は、マルチパス信号に対して、制御装置30で指定された雑音レベルS4の白色ノイズを付加する。

#### 【0013】

實際上、受信機雑音付加部18は、白色ノイズ発生部21で発生した白色ノイズを増幅器22で雑音レベルS4に調整した後に、加算器23でマルチパス信号に加算することで、受信機雑音を付加する。因みに、1パス伝送路をシミュレートする際には、マルチパス信号生成部13により1パスのみの信号を生成し、この信号に対して複素乗算器A1、B1でフェージング変動を与えずに、加算器23で受信機雑音を付加する。

#### 【0014】

アナログBB処理部19及び無線回路20は、送信系40のアナログBB処理部42及び無線回路43と同様の構成でなり、伝搬路変動及び受信機雑音が付加されたデジタルBB信号をデジタルアナログ変換した後、アップコンバートや増幅等の無線処理を施す。

#### 【0015】

伝送路シミュレータ10の出力信号は、開発装置（受信系）50の無線回路53に入力される。無線回路53はAGC（Automatic Gain Control）回路やAFC（Automatic Frequency Control）回路を有し、送受信間でのキャリア周波数オフセットや入力レベル変動を補償する。アナログBB処理部52によりアナロ

グデジタル変換された信号はデジタルBB処理部51に送出される。

【0016】

デジタルBB処理部51は、開発装置（受信系）50がCDMA（Code Division Multiple Access）受信装置であれば、デジタル復調処理や逆拡散処理等を行う部分であり、OFDM受信装置であれば、デジタル復調処理やフーリエ変換処理等を行う部分である。デジタルBB処理部51により処理された信号は誤り率測定器70に送出され、誤り率測定器70によって伝送路誤り率が測定される。

【0017】

このように伝送路シミュレータ10においては、開発装置の送信系40により得られた無線信号に対して、伝送路で生じるであろうマルチパス、フェージング変動及び受信機雑音を模擬して与え、これにより得られた信号を開発装置の受信系50に入力させ、受信系50によって処理した信号の誤り率特性を測定することで、送信系40及び受信系50の伝送特性を評価するようになっている。

【0018】

【特許文献1】

特開平5-7185号公報

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したように、従来の伝送路シミュレータにおいては、開発装置の送信系及び受信系がある程度完成した状態で、送信系から出力された無線信号に模擬的な伝搬路変動及び受信機雑音を与えた後に受信系に無線信号として供給し、受信系の受信処理により得られたデータの誤り率を測定することで、開発装置の性能を評価するようになっている。

【0020】

しかしながら、従来の伝送路シミュレータにおいては、開発装置のデジタルベースバンド処理部41、51に加えて、アナログベースバンド処理部42、52及び無線回路43、53が動作できる状態まで完成していることを前提としている。特に、受信系50の無線回路53の開発が動作可能な程度まで進まない

、AGC制御やAFC制御ができないため正しい性能評価を行うことができない。

#### 【0021】

このため、無線回路43、53（特に受信系50の無線回路53）が完成するまでは、処理の中心であるデジタルベースバンド処理部41、51の動作確認を行えず、この分だけ開発効率が低下するという問題があった。

#### 【0022】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、無線回路の開発に拘わらず、デジタルベースバンド処理部の伝送特性を単独でかつ良好に評価できる伝送路シミュレータ及び無線機器評価方法を提供することを目的とする。

#### 【0023】

##### 【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明の伝送路シミュレータは、開発装置である無線機器の1パス伝送路での特性を評価するための伝送路シミュレータであって、開発装置の送信系に設けられたデジタルベースバンド処理部の出力信号を入力する入力手段と、入力手段を介して入力した信号に対して、全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加する受信機雑音付加手段とを具備する構成を採る。

#### 【0024】

この構成によれば、入力手段からデジタルベースバンド信号を直接入力するのでアナログ回路による性能劣化は生じない。そして受信機雑音付加手段によって、信号には何ら変動を与えずにフェージングによるSNR変動のみが雑音レベル変動として付加されるのみなので、AGCおよびAFCが理想的に動作する場合の特性の測定が可能で、理論特性や計算機シミュレーション結果と比較検討を行うことが可能になる。この結果、AGC回路やAFC回路が無くても、デジタルベースバンド信号のみでデジタルベースバンド処理部の性能を評価できるようになるので、無線機器の開発効率を向上させることができるようになる。

#### 【0025】

本発明の伝送路シミュレータは、前記受信機雑音付加手段が、帯域制限された

白色ガウス雑音の包絡線振幅で雑音レベルを除算し、除算値を白色ガウス雑音に掛けた値を前記入力手段を介して入力した信号に加算する構成を採る。

#### 【0026】

この構成によれば、デジタルベースバンド信号に対して全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した雑音レベルを付加するといった処理を良好に行うことができるようになる。

#### 【0027】

本発明の伝送路シミュレータは、開発装置である無線機器のマルチパス伝送路での特性を評価するための伝送路シミュレータであって、開発装置の送信系のデジタルベースバンド処理部の出力信号を入力する入力手段と、入力手段を介して入力した信号から各パスの信号に対応する信号を形成するマルチパス信号形成手段と、マルチパス信号の各パスの信号それぞれに、フェージングによるレベル変動のみを与えるフェージング変動付与手段と、フェージング変動が与えられた各パスの信号を加算する加算手段と、加算手段により得られた加算信号に対して受信機雑音を付加する受信機雑音付加手段と、受信機雑音を付加した後の信号レベルがほぼ一定になるような利得制御を行う利得制御手段とを具備する構成を採る。

#### 【0028】

この構成によれば、入力手段からデジタルベースバンド信号を直接入力し、フェージング変動付与手段によって各パスの信号にフェージングによるレベル変動のみを与え、かつ受信機雑音を付加した後に開発装置の受信系内のAD変換でビット落ちの生じないように利得制御手段によるレベル補正も行うので、開発装置受信系の無線回路がなくても各パスに対してAFCとAGCがほぼ理想的に動作したときの特性を測定することができるようになる。この結果、AGC回路やAFC回路が無くても、デジタルベースバンド信号のみでデジタルベースバンド処理部の性能を評価できるようになる。このように無線回路が無くてもデジタルベースバンド処理部の特性を評価できるようになるので、開発効率を向上させることができるようになる。

#### 【0029】

本発明の伝送路シミュレータは、開発装置のデジタルベースバンド処理部の後段に設けられたアナログベースバンド処理部からの出力信号を入力する第2の入力手段と、第2の入力手段から入力されたアナログベースバンド信号をデジタルベースバンド信号に変換するアナログベースバンド処理部とを、さらに具備し、前記受信機雑音付加手段は、当該アナログベースバンド処理部により得られたデジタルベースバンド信号に対して前記受信機雑音成分を付加する構成を採る。

#### 【0030】

本発明の伝送路シミュレータは、開発装置のデジタルベースバンド処理部の後段に設けられたアナログベースバンド処理部からの出力信号を入力する第2の入力手段と、第2の入力手段から入力されたアナログベースバンド信号をデジタルベースバンド信号に変換するアナログベースバンド処理部とを、さらに具備し、前記マルチパス信号形成手段は、当該アナログベースバンド処理部により得られたデジタルベースバンド信号からマルチパス信号を形成する構成を採る。

#### 【0031】

これらの構成によれば、デジタルベースバンド処理部とアナログベースバンド処理部とを組み合わせた際の特性を評価できるようになるので、デジタルベースバンド処理部に加えて、アナログベースバンド処理部の動作が可能となった時点での性能を評価できるようになる。

#### 【0032】

本発明の伝送路シミュレータは、デジタル回路により構成され、入力される設定値に応じて、前記デジタルベースバンド信号に対して、開発装置の無線回路での信号劣化を模擬した雑音成分を付加するアナログ調整手段を、さらに具備する構成を採る。

#### 【0033】

この構成によれば、無線回路の開発が完了していない段階で、デジタルベースバンド処理部の性能を評価するに当たって、無線回路での信号劣化を加味した性能評価を行うことができるようになるので、無線回路の開発が完了する前からデジタルベースバンド処理部の特性を一段と詳細に評価することができるよう

になる。

#### 【0034】

本発明の無線機器評価方法は、開発装置である無線機器の1パス伝送路での性能を評価するための無線機器評価方法であって、無線機器のデジタルベースバンド信号に対して、信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加し、受信機雑音を付加した信号に基づいて無線機器の1パス伝送路での性能を評価する。

#### 【0035】

本発明の無線機器評価方法は、開発装置である無線機器のマルチパス伝送路での特性を評価するための無線機器評価方法であって、無線機器のデジタルベースバンド信号からマルチパス信号を形成し、マルチパス信号の各パスの信号それぞれにフェージングによるレベル変動を模擬したフェージング変動を与え、フェージング変動が与えられた各パスの信号を加算し、加算後の信号に対して受信機雑音を与え、受信機雑音付与後の信号に対して信号レベルがほぼ一定になるような利得制御を行い、利得制御後の信号に基づいて無線機器のマルチパス伝送路での性能を評価する。

#### 【0036】

これらの方法によれば、AGC回路やAFC回路が無くてもつまり無線回路が無くても、デジタルベースバンド信号のみでデジタルベースバンド処理部の伝送路特性を評価できるようになるので、無線機器の開発効率を向上させることができるようになる。

#### 【0037】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、伝送路シミュレータに、開発装置のデジタルベースバンド信号を入力するためのデジタル信号インターフェースを設け、デジタルベースバンド信号に対して、1パス伝送路シミュレート時には全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR (Signal-to-Noise Ratio) 変動を模擬した受信機雑音を付加し、マルチパス伝送路シミュレート時には各パスの信号にフェージングによる振幅変動のみを与えかつ各パスを合成した信号のレベル

を一定にして出力するようにしたことである。これにより、AFC及びAGCを有する無線回路が完成していなくても、デジタルベースバンド処理部だけが動作可能となった段階でデジタルベースバンド処理部の伝送路特性をシミュレートすることができるようになるので、無線機器の開発効率を向上させることができるようになる。

#### 【0038】

具体的には、1パス伝送路での特性をシミュレートする際には、帯域制限された白色ガウス雑音の包絡線振幅で雑音レベルを除算し、除算値を白色ガウス雑音に掛けた値をデジタルベースバンド信号に加算することにより、デジタルベースバンド信号の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加することができる。

#### 【0039】

またマルチパス伝送路での特性をシミュレートする際には、デジタルベースバンド信号からマルチパス信号を形成し、マルチパス信号の各パスの信号それぞれにフェージング変動を与え、それらを合成した信号に受信機雑音を付加した後に、信号レベルがほぼ一定となるように利得制御を行うようにする。

#### 【0040】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0041】

##### (実施の形態1)

図8との対応部分に同一符号を付して示す図1に、本発明の実施の形態1に係る伝送路シミュレータの構成を示す。なお図8との同一の部分については説明を省略する。また図8と同様に、無線回路43からの出力信号と無線回路20からの出力信号を以外は、Iチャネル（同相つまり複素数の実部）とQチャネル（直交つまり複素数の虚部）からなる2本のベースバンド信号線を示す。

#### 【0042】

伝送路シミュレータ100は、無線回路11とアナログBB処理部12との間にスイッチSW1が設けられていると共に、アナログBB処理部12とマルチパス信号生成部13との間にスイッチSW2が設けられている。これにより、伝送



路シミュレータ100においては、送信系40のデジタルBB処理部41からの出力信号をスイッチSW2を介して直接入力することができると共に、送信系40のアナログBB処理部42からの出力をスイッチSW1を介して直接入力することができるようになされている。

#### 【0043】

この結果、伝送路シミュレータ100においては、無線回路43及びアナログBB処理部42の開発が動作可能な状態まで完了していなくても、デジタルBB処理部41の出力信号をスイッチSW2を介して直接マルチパス信号生成部13以降の回路に入力することで、デジタルBB処理部41の伝送路特性を独立して評価することができるようになっている。

#### 【0044】

また無線回路43の開発が動作可能な状態まで完了していなくても、アナログBB処理部42の出力信号をスイッチSW1を介して入力することにより、無線回路43を除くデジタルBB処理部41とアナログBB処理部42の伝送路特性を評価することができるようになっている。

#### 【0045】

伝送路シミュレータ100は、マルチパス信号生成部13からの出力信号に瞬時変動（レイリーフェージング）を付加する瞬時変動付与部101と、シャドウイングや距離変動を付加する短長区間変動付与部102と、受信機での熱雑音等の受信機雑音を付加する受信機雑音付加部103と、マルチパス信号に対して信号レベルがほぼ一定になるような利得制御を行う自動利得制御部104とを有する。

#### 【0046】

瞬時変動付与部101は、マルチパス伝送路をシミュレートする際には、複数の複素乗算器A1～Akにおいて、各パスの信号にそれぞれ、帯域制限複素ガウス雑音発生部（LGN）E1～Ekで発生した帯域制限した白色ガウス雑音を複素乗算することにより、各パスの信号に瞬時変動を与えるようになっている。

#### 【0047】

加えて、瞬時変動付与部101の帯域制限複素ガウス雑音発生部E1と複素乗

算器A1の間にはスイッチ(SW)105が設けられており、複素乗算器A1には帯域制限された白色ガウス雑音あるいは「1」のいずれかが選択的に入力される。

#### 【0048】

實際上、スイッチ105はマルチパス伝送路のシミュレート時には、複素乗算器A1に帯域制限複素ガウス雑音発生部E1からの帯域制限された白色ガウス雑音を送出すると共に、受信機雑音付加部103の除算器106に値「1」を送出する。これに対して、1パス伝送路のシミュレート時には、複素乗算器A1に値「1」を供給すると共に、受信機雑音付加部103の除算器106に帯域制限された白色ガウス雑音を送出する。

#### 【0049】

ここで各帯域制限複素ガウス雑音発生部E1～Ekの構成を、図2に示す。各帯域制限複素ガウス雑音発生部E1～Ekの構成は基本的に同じであるが、制御装置110から白色ガウス雑音発生部(WGN)121に与えられる瞬時変動初期値S10Bが各パス毎に異なる。

#### 【0050】

帯域制限複素ガウス雑音発生部E1～Ekは、白色ガウス雑音発生部121によって、制御装置110から与えられる瞬時変動初期値S10Bに応じた白色ガウス雑音を発生する。因みに、白色ガウス雑音発生部121は、Iチャネル及びQチャネルそれぞれの白色ガウス雑音（つまり複素白色ガウス雑音）を発生し、以降の回路においてもこの複素白色ガウス雑音が処理対象となる。

#### 【0051】

ドップラーフィルタ122は、制御装置110からの最大ドップラー周波数fDに応じて白色ガウス雑音を帯域制限し、帯域制限後の白色ガウス雑音を位相変動ON/OFF部123に送出する。

#### 【0052】

位相変動ON/OFF部123は、制御装置110からの位相変動ON/OFF指定信号S10Cに応じて帯域制限ガウス雑音の位相変動をON/OFF制御する。具体的には、位相変動をON制御することを指定する位相変動ON/OFF

F 指定信号 S 1 0 C が入力された場合には、ドップラーフィルタ 1 2 2 からの帯域制限複素ガウス雑音をそのまま瞬時変動値として出力する。

#### 【0053】

これに対して、位相変動を OFF 制御することを指定する位相変動 ON/OFF 指定信号 S 1 0 C が入力された場合には、I チャネルと Q チャネルの帯域制限ガウス雑音の変動値包絡線振幅  $\sqrt{I^2 + Q^2}$  を求め、求めた変動値包絡線振幅を I チャネル及び Q チャネルの信号として出力する。つまり、瞬時変動値として I チャネル及び Q チャネルの大きさが同じ帯域制限複素ガウス雑音を形成することにより、複素乗算器 A 1 ~ A k において位相変動を与えずにレベル変動のみを与えるようにする。

#### 【0054】

伝送路シミュレータ 1 0 0 は、短長区間変動付与部 1 0 2 でも同様に、デジタルベースバンド信号に対して、位相変動の生じない短長区間変動と位相変動の生じる短長区間変動とのいずれかを選択的に付加できるようになっている。具体的には、位相変動の生じない短長区間変動を与える場合には、制御装置 1 1 0 から I チャネルと Q チャネルが同じ値の複素利得信号 S 1 1 を出力し、位相変動の生じる短長区間変動を与える場合には、制御装置 1 1 0 から I チャネルと Q チャネルの値が異なる複素利得信号 S 1 1 を出力する。

#### 【0055】

このように伝送路シミュレータ 1 0 0 は、瞬時変動付与部 1 0 1 と短長区間変動付与部 1 0 2 によって、デジタルベースバンド信号に対して、位相変動の無い瞬時変動、短長区間変動かあるいは位相変動のある瞬時変動、短長区間変動を選択的に与えることができるようになっている。

#### 【0056】

実際には、無線回路 5 3 の開発が完了していないときには、位相補償を行うことができないので、デジタルベースバンド信号に位相変動の無い瞬時変動及び短長区間変動を与える。これに対して、無線回路 5 3 の開発が完了している場合には無線回路 5 3 にて位相補償を行うことができるので、位相変動のある瞬時変動及び短長区間変動を与えるようになっている。

## 【0057】

受信機雑音付加部103は、マルチパス伝送路のシミュレート時には、除算器106にスイッチ105から値「1」が入力されているので、制御装置110により指定された雑音レベルS4がそのまま増幅器22の制御利得とされる。これにより白色ノイズ発生部(WGN)21により発生された白色ノイズが雑音レベルS4に応じたレベルとされて加算器23に供給される。つまり、マルチパス伝送路のシミュレート時には、加算器23において、雑音レベルS4で指定されたレベルの白色ガウス雑音を受信機雑音として付加される。

## 【0058】

これに対して、受信機雑音付加部103は、1パス伝送路のシミュレート時には、除算器106にスイッチ105を介して帯域制限複素ガウス雑音発生部E1により発生された帯域制限複素ガウス雑音が入力される。除算器106は、帯域制限複素ガウス雑音（実際には、帯域制限された白色ガウス雑音の包絡線振幅値）を分母とし、雑音レベルS4を分子とする除算を行う。そしてその除算値が、白色ノイズ発生部(WGN)21からの白色ノイズの振幅を変化させる増幅器22の制御信号として入力される。これにより加算器23からは、図3(C)に示すように、信号レベルが一定でフェージングによるSNR変動が模擬された信号が出力される。

## 【0059】

受信機雑音付加部103によりこのような処理を行う理由を説明する。実際の1パス伝送路では、図3(A)に示すような無線信号に、図3(B)に示すように受信機雑音Nが加わることになる。この受信信号にはSNRの良い位置P1とSNRの悪い位置P2が現れる。SNRの悪い位置では、量子化誤差等により、当然SNRの良い位置P1よりも誤り率特性が悪くなる。

## 【0060】

受信機雑音付加部103は、この受信機雑音によるSNR変動を、信号レベルを一定としつつ付加するものである。このため受信機雑音付加部103では、帯域制限された白色ガウス雑音の包絡線振幅で雑音レベルS4を除算し、除算値を白色ガウス雑音に掛けた値をベースバンド信号に加算するようにしている。これ

により、フェージングが生じた後に受信機雑音を加わった信号（図3（B））と同じSNRの信号を、信号レベルがほぼ一定とした信号（図3（C））で模擬できるようになる。例えば図3（B）の位置P1、P2に対応する図3（C）の位置P3、P4では、それぞれ同じSNRが得られる。

#### 【0061】

因みに、受信機雑音付加部103においても、瞬時変動付与部101や短長区間変動付与部102と同様に、位相変動を生じさせないガウス雑音あるいは位相変動を生じさせるガウス雑音を選択的にデジタルベースバンド信号に付加できるようになっている。これは、上述したように位相変動を生じさせない場合には、IチャネルとQチャネルの包絡線振幅を同一とすることで容易に実現できる。

#### 【0062】

かくして、受信機雑音付加部103を設け、1パス信号のシミュレート時には、全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加するようにしたので、無線回路53のAGCがなくても（すなわち無線回路53が完成していなくても）、デジタルBB処理部41の1パス伝送路特性を良好に測定できるようになる。

#### 【0063】

自動利得制御部104は、1パス伝送路のシミュレート時には機能せず、マルチパス伝送路のシミュレート時にのみ機能するようになっている。實際上、自動利得制御部104は、1パス伝送路のシミュレート時には、制御部110からAGC制御部108に常に増幅器107の利得を「1」とすることを指示する目標レベルS12が入力されることにより、1パスのデジタルベースバンド信号に対してAGC処理を行わずにそのまま出力する。このように1パス信号について自動利得制御処理を行わないのは、1パス信号はそれまでの回路でレベル変動が付加されておらず、受信機雑音付加部103によりSN変動のみが与えられているのみだからである。

#### 【0064】

これに対して、自動利得制御部104は、マルチパス伝送路のシミュレート時には、制御部110からAGC制御部108に目標レベルS12が入力されるこ

とにより、A G C制御部 108 は目標レベル S 12 と増幅器 107 の出力信号の差分値を増幅器 107 の増幅値として設定する。この結果、自動利得制御部 104 では、簡易的なデジタル利得制御処理を行って、マルチパス信号を目標レベル S 12 で一定の信号とすることができる。

#### 【0065】

このようにマルチパス信号に対して利得制御を行う必要があるのは、加算器 C 1 により加算されたマルチパス信号は、それぞれ独立にレベル変動が与えられた各パスの信号を加算したものである。デジタルベースバンド信号自体にレベル変動が生じていると想定できるためである。これを考慮して、利得制御部 104 により簡易的なデジタル利得制御処理を行って、マルチパス信号のレベルを一定とすることにより、無線回路 53 が完成しておらず A G C 処理が行えない場合でも、開発装置の受信系内の A D 変換でのビット落ちを防止することができる。この結果、デジタル B B 処理部 41 のデジタルベースバンド信号に基づいてマルチパス伝送路での伝送路特性を良好に評価できるようになる。

#### 【0066】

以上の構成において、伝送路シミュレータ 100 は、デジタル B B 処理部 41、51 の開発が動作可能な段階まで完了すると、デジタル B B 処理部 41 の出力信号をスイッチ S W 2 から入力する。そしてデジタルベースバンド信号に対して、1パス伝送路のシミュレートとマルチパス伝送路のシミュレートを別々に行う。

#### 【0067】

1パス伝送路のシミュレートを行う際には、マルチパス信号生成部 13 において1パスのデジタルベースバンド信号を形成し、この信号を複素乗算器 A 1、B 1 及び加算器 C 1 を介して受信機雑音付加部 103 に入力させる。この際、瞬時変動付与部 101（複素乗算器 A 1）、短長区間変動付与部 102（複素乗算器 B 1）では、1パス信号に対して位相変動もレベル変動も与えない。

#### 【0068】

受信機雑音付加部 103 は、帯域制限された白色ガウス雑音の包絡線振幅で雑音レベル S 4 を除算し、除算値を白色ガウス雑音に掛けた値をベースバンド信号

に加算することにより、信号自身には振動変動も位相変動も与えずにフェージングによって生じるのと同じSNR変動を受信機雑音として与える。このように、信号レベルが一定でSNR変動のみが与えられたデジタルベースバンド信号はスイッチSW4を介してデジタルBB処理部51に入力される。

#### 【0069】

一方、マルチパス伝送路をシミュレートする際には、マルチパス信号生成部13において制御装置110で指定された数及び遅延時間のマルチパス信号を形成し、各パスの信号を対応する行の複素乗算器A1～Akに送出する。そして各パスの信号には、瞬時変動付与部101において位相変動が生じずレベル変動のみが生じる帯域制限複素ガウス雑音、すなわちI成分とQ成分の大きさが同じ帯域制限複素ガウス雑音が乗じられることにより瞬時変動が与えられる。瞬時変動があら得られた各パスの信号には、短長区間変動付与部102において位相変動が生じずレベル変動のみが生じる複素利得が与えられる。

#### 【0070】

このようにレベル変動のみが付加された各パスの信号は、加算器C1～C(k-1)により全て加算された後、受信機雑音付加部103で指定された雑音レベルS4の白色ノイズが受信機雑音として付加される。受信機雑音が付加されたマルチパス信号は、続く自動利得制御部104により信号レベルがほぼ一定とされる。

#### 【0071】

このように、伝送路シミュレータ100は、1パス伝送路のシミュレート時及びマルチパス伝送路のシミュレート時のいずれについても、位相変動を与えずSNR変動のみを与え、かつ信号レベルがほぼ一定の信号を形成することができる。この結果、AGC回路やAFC回路を有する無線回路53の開発を待たなくても、デジタルBB処理部41、51の伝送路性能を良好に評価することができるようになる。

#### 【0072】

實際上、デジタルBB処理部41、51の開発にあたっては、先ず1パス伝送路での特性を評価した後に、マルチパス伝送路での特性を評価することで、開

発をスムーズに進めることができる場合が多い。この実施の形態では、1パス伝送路とマルチパス伝送路での評価を別途行うことができるので、一段と開発効率を上げることができるようになる。

#### 【0073】

また伝送路シミュレータ100においては、アナログBB処理部42、52の開発が完了したときには、送信系40のアナログBB処理部42の出力信号をスイッチSW1を介して入力すると共に、アナログBB処理部19の出力信号をスイッチSW3を介して受信系50のアナログBB処理部52に入力させる。これにより、デジタルBB処理部41、51及びアナログBB処理部42、52を組み合わせたときの性能を評価することができる。

#### 【0074】

さらに伝送路シミュレータ100においては、アナログBB処理部42、52に加えて無線回路43、53の開発が完了したときには、送信系40の無線回路43の出力信号を無線回路11に入力すると共に、無線回路20の出力信号を受信系50の無線回路53に入力させる。これにより、デジタルBB処理部41、51、アナログBB処理部42、52及び無線回路43、53を組み合わせたときの性能を評価することができる。

#### 【0075】

因みに、無線回路43、53が接続された段階では、無線回路53によるAGC機能及びAFC機能が働くので、各複素乗算器A1～Ak、B1～BkにおいてIチャネルとQチャネルのそれぞれの包絡線振幅が異なるような雑音成分、複素利得を乗算してデジタルベースバンド信号に位相変動を与えてもよい。また受信機雑音付加部103及び自動利得制御部104をOFF動作させてもよい。

#### 【0076】

以上の構成によれば、デジタルベースバンド処理部41の出力信号を直接入力し、1パス伝送路シミュレート時には、全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加し、マルチパス伝送路シミュレート時には、各パスの信号にフェージングによる振幅変動のみを与えかつ各パスを合成した信号のレベルを一定にしたことにより、無線回路53の



開発を待たずに、換言すれば受信系 50 における AGC 回路や AFC 回路が無くても、デジタルベースバンド処理部 41 の伝送路性能を評価することができるようになる。この結果、無線機器の開発効率を向上させることができる。

#### 【0077】

また AGC 回路は受信電界強度が様々に変わっても、AD 変換入力点で適切な受信振幅をつくって量子化誤差による SN 劣化を防ぐためのものであるが、回路や制御の不完全性によりフェージング下において理想的な動作をさせることは難しい。極端な場合は、不要な振幅変動を加えたりもする。この実施の形態で提案した変動雑音を加える方法は、このような劣化を発生しないので理論値とよく一致した性能をえることができる。

#### 【0078】

なおこの実施の形態では、無線機器の 1 パス伝送路での特性を評価する際に、帯域制限複素ガウス雑音発生部 (LGN) E1、スイッチ (SW) 105、白色ガウス雑音発生部 (WGN) 21、増幅器 22、加算器 23、除算器 106 からなる受信機雑音付加手段を用いた場合について説明したが、本発明の受信機雑音付加手段はこれに限らず、要は、全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによる SNR 変動を模擬した受信機雑音を付加するようにすればよい。

#### 【0079】

(実施の形態 2)

図 1 との対応部分に同一符号を付して示す図 4 に、本発明の実施の形態 2 に係る伝送路シミュレータの構成を示す。この実施の形態の伝送路シミュレータ 200 は、マルチパス信号生成部 13 の前段に送信アナログ調整部 201 が設けられていると共に、自動利得制御部 104 の後段に受信アナログ調整部 202 が設けられていることを除いて、実施の形態 1 の伝送路シミュレータ 100 と同様の構成でなる。

#### 【0080】

これにより、伝送路シミュレータ 200 においては、デジタル BB 処理部 41 からの出力信号を送信アナログ調整部 201 を介して入力することにより、送信アナログ調整部 201 により処理された信号に対して実施の形態 1 と同様の伝

送路シミュレートを行うと共に、実施の形態1と同様の伝送路シミュレートを行った信号を受信アナログ調整部202により処理した後に受信系50のデジタルBB処理部51に送出するようになっている。

#### 【0081】

送信アナログ調整部201は、図5に示すようなデジタル回路構成とされており、制御装置110から入力される各種設定値S20A～S20Iに応じて無線回路43の機能を模擬的に実現して、無線回路43で生じるであろう信号劣化を模擬的にデジタルベースバンド信号に付加できるようになされている。

#### 【0082】

また受信アナログ調整部202は、図7に示すようなデジタル回路構成とされており、制御装置110から入力される各種設定値S22A～S22Hに応じて無線回路53の機能を模擬的に実現して、無線回路53で生じるであろう信号劣化を模擬的にデジタルベースバンド信号に付加できるようになされている。

#### 【0083】

これにより、伝送路シミュレータ200においては、送信系40の無線回路43及び受信系50の無線回路53の開発が終了していなくても、これら無線回路43、53で生じるであろう信号劣化をデジタルベースバンド信号に付加して、デジタルBB処理部41、51の特性を評価できるようになる。

#### 【0084】

この結果、デジタルBB処理部41、51と無線回路43、53との適合性も含めて、デジタルBB処理部41、51の伝送路特性を評価できるようになる。また、後に開発される無線回路43、53においてどの程度の信号劣化が生じるまで、デジタルBB処理部41、51の性能が所望値を満たすかを前もって測定できるようになる。

#### 【0085】

送信アナログ調整部201及び受信アナログ調整部202の構成を具体的に説明する。送信アナログ調整部201は、図5に示すように、デジタルBB処理部41からの出力信号を利得アンバランス発生部210に入力する。利得アンバランス発生部210は、デジタルベースバンド信号のI、Qそれぞれのチャネ

ル信号を独立に増幅することにより利得差を生じさせる。DCオフセット付加部 211は、I、Qそれぞれのチャネル信号に一定値を増減することにより直流オフセットを付加する。

#### 【0086】

周波数オフセット・位相オフセット付加部 212は、I、Qそれぞれのチャネル信号に無線回路 43で生じるであろう周波数オフセット及び位相オフセットを付加する。實際上、周波数オフセット・位相オフセット付加部 212は、各チャネルの信号に対して、瞬時位相  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  に応じた変動量  $\cos \theta 1$ 、 $\sin \theta 2$  を乗ずる複素乗算器でなる。

#### 【0087】

つまり、Iチャネル信号には変動量  $\cos \theta 1$  を乗じ、Qチャネル信号には変動量  $\sin \theta 2$  を乗じる。ここで瞬時位相  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  を一定とした場合には位相オフセットのみを付加したことを意味し、瞬時位相  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  が時間と共に変動する場合には位相オフセットに加えて周波数オフセットを付加したことを意味する。

#### 【0088】

送信アナログ調整部 201では、この瞬時位相  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  を求めるに当たって、位相増分量算出回路 215により周波数オフセット設定値  $S20E$  から1サンプル当たりの位相回転量を算出し、これを  $\bmod 2\pi$  算出回路 217、219に送出する。この際、Iチャネル信号とQチャネル信号の直交性の崩れを付加するために、Qチャネル信号の位相回転量には加算器 218により直交性の劣化量  $S20F$  を加える。

#### 【0089】

また加算器 216には1サンプル前の位相が入力される。この1サンプル前の位相は、 $Z^{-1}$ 算出回路 222で初期位相（つまり、位相オフセット） $S20D$  と1サンプル前の位相とに基づく演算を行うことにより算出される。加算器 216では、1サンプル前の位相に位相増分量算出回路 215で算出した1サンプル分の位相回転量を加算することで、現サンプルの位相回転量が求められる。

#### 【0090】

このように、加算器 216、 $\text{mod } 2\pi$  算出回路 217 及び  $Z^{-1}$  算出回路 222 の処理ループを繰り返すことにより、位相オフセット及び周波数オフセットが加味された 1 サンプル毎の I チャンネル瞬時位相  $\theta_1$  が算出されると共にこの瞬時位相  $\theta_1$  に直交性の劣化量を加えた Q チャンネル瞬時位相  $\theta_2$  が算出される。

#### 【0091】

そして周波数オフセット・位相オフセット付加部 212 では、デジタルベースバンド信号の I チャンネルに変動量  $\cos \theta_1$  が付加され、Q チャンネルに変動量  $\sin \theta_2$  が付加されることにより、送信系 40 の無線回路 43 で生じるであろうデジタルベースバンド信号の各チャンネルについての周波数オフセット及び位相オフセットが付加される。遅延調整部 213 は、無線回路 43 で生じるであろう回路遅延量を付加する。

#### 【0092】

疑似パワーアンプ (PA) 部 214 は、無線回路 43 の増幅部で生じるであろう非線形歪みを模擬的に生じさせるもので、例えば図 6 に示すように構成されている。疑似 PA 部 214 は、包絡線振幅計算回路 230 によって、 $\sqrt{I^2 + Q^2}$  を計算することによりデジタルベースバンド信号の包絡線振幅  $X$  を計算し、これを平均化回路 231 及び歪み演算部 232 に送出する。

#### 【0093】

平均化回路 231 は、制御装置 110 によって設定される忘却係数 (つまりレベル計算時定数)  $S_{20H}$  に応じた時間だけ包絡線振幅を平均化し、求めた平均値  $P_{ave}$  を飽和レベル演算回路 233 に送出する。飽和レベル演算回路 233 は、包絡線振幅の平均値を  $P_{ave}$  とし、制御装置 110 により設定されるパワーアンプのバックオフを  $IBO$  としたとき、飽和レベル  $A_{sat}$  を次式により求める。

#### 【0094】

【数 1】

$$A_{sat} = P_{ave} \times 10^{\frac{IBO}{20}} \quad \dots\dots (1)$$

歪み演算部 232 は、包絡線振幅計算回路 230 により求めた包絡線振幅値  $X$  と、飽和レベル演算回路 233 により求めた飽和レベル  $A_{sat}$  を用いて、増幅器

234の制御値を次式により算出する。

【0095】

【数2】

$$\text{制御値} = \frac{1}{\left\{ 1 + \left( \frac{|x|}{A_{sat}} \right)^{10} \right\}^{\frac{1}{10}}} \quad \dots\dots(2)$$

これにより、疑似パワーアンプ(PA)部214は、デジタルベースバンド信号に対して、無線回路43の増幅部で生じるであろう非線形歪みを模擬的に付加することができる。

【0096】

受信アナログ調整部202は、図7に示すように構成されている。受信アナログ調整部202は、自動利得制御部104から出力されたデジタルベースバンド信号を周波数オフセット・位相オフセット付加部251に入力する。

【0097】

周波数オフセット・位相オフセット付加部251は、上述した送信アナログ調整部201の周波数オフセット・位相オフセット付加部212と同様の処理を行う。すなわちI、Qそれぞれのチャンネルに受信系50の無線回路53で生じるであろう周波数オフセット及び位相オフセットを付加する。實際上、周波数オフセット・位相オフセット付加部212は、各チャンネルの信号に対して、瞬時位相 $\theta 1'$ 、 $\theta 2'$ に応じた変動量 $\cos \theta 1'$ 、 $\sin \theta 2'$ を乗ずる複素乗算器である。つまり、Iチャンネル信号には変動量 $\cos \theta 1'$ を乗じ、Qチャンネル信号には変動量 $\sin \theta 2'$ を乗じる。

【0098】

送信アナログ調整部202では、この瞬時位相 $\theta 1'$ 、 $\theta 2'$ を求めるに当たって、位相増分量算出回路252により周波数オフセット設定値S22Bから1サンプル当たりの位相回転量を算出し、これを $\bmod 2\pi$ 算出回路254、256に送出する。この際、Iチャンネル信号とQチャンネル信号の直交性の崩れを付加するために、Qチャンネル信号の位相回転量には加算器255により直交性の劣

化量 S22C を加える。

#### 【0099】

また加算器 253 には 1 サンプル前の位相が入力される。この 1 サンプル前の位相は、 $Z^{-1}$  算出回路 259 で初期位相（つまり、位相オフセット）S22A と 1 サンプル前の位相とに基づく演算を行うことにより算出される。加算器 253 では、1 サンプル前の位相に位相増分量算出回路 252 で算出した 1 サンプル分の位相回転量を加算することで、現サンプルの位相回転量が求められる。

#### 【0100】

そして周波数オフセット・位相オフセット付加部 251 では、デジタルベースバンド信号の I チャンネルに変動量  $\cos \theta 1'$  が付加され、Q チャンネルに変動量  $\sin \theta 2'$  が付加されることにより、受信系 50 の無線回路 53 で生じるであろうデジタルベースバンド信号の各チャンネルについての周波数オフセット及び位相オフセットが付加される。

#### 【0101】

利得アンバランス発生部 261 は、デジタルベースバンド信号の I、Q それぞれのチャンネル信号を独立に増幅することにより利得差を生じさせる。DC オフセット付加部 262 は、I、Q それぞれのチャンネルに一定値を増減することにより直流オフセットを付加する。遅延調整部 263 は、無線回路 53 で生じるであろう回路遅延量を付加する。

#### 【0102】

ここで送信アナログ調整部 201 及び受信アナログ調整部 202 の各種の設定値 S20 (S20A~S20I)、S22 (S22A~S22H) は、他の設定値 S1、S4、S10、S11、S12 と同様に、ユーザが制御部 110 を介して任意に選択することができるようになっている。

#### 【0103】

これにより、送信系 40 の無線回路 43 や受信系 50 の無線回路 53 ができあがる前から、つまりデジタル BB 処理部 41、51 のみが完成した段階で、無線回路 43、53 で生じるであろう利得アンバランス、DC オフセット、周波数オフセット、位相オフセット、回路遅延又は増幅時の非線形歪み等を自在に模擬

することができるようになるので、開発中のデジタルBB処理部41、51と種々の特性の無線回路43、53とを組み合わせた際の、デジタルBB処理部41、51の特性評価を行うことができるようになる。

#### 【0104】

以上の構成によれば、実施の形態1の構成に加えて、送信系40の無線回路43での信号劣化をデジタル処理にて模擬する送信アナログ調整部201及び又は受信系50の無線回路53での信号劣化をデジタル処理にて模擬する受信アナログ調整部202を設けたことにより、無線回路43、53の開発が完了する前からデジタルベースバンド処理部の特性を一段と詳細に評価することができる伝送路シミュレータ200を実現できる。

#### 【0105】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、デジタルベースバンド処理部の出力信号を直接入力し、1パス伝送路シミュレート時には、全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによるSNR変動を模擬した受信機雑音を付加し、マルチパス伝送路シミュレート時には、各パスの信号にフェージングによる振幅変動のみを与えかつ各パスを合成した信号のレベルを一定にしたことにより、無線回路の開発を待たずにデジタルベースバンド処理部の性能を評価することができるようになる。この結果、無線機器の開発効率を向上させることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の実施の形態1に係る伝送路シミュレータの構成を示すブロック図

#### 【図2】

帯域制限複素ガウス雑音発生部(LGN)の構成を示すブロック図

#### 【図3】

実施の形態による受信機雑音付加部の動作の説明に供する信号波形図

#### 【図4】

本発明の実施の形態2に係る伝送路シミュレータの構成を示すブロック図

#### 【図5】

送信アナログ調整部の構成を示すブロック図

【図6】

疑似パワーアンプ (PA) の構成を示すブロック図

【図7】

受信アナログ調整部の構成を示すブロック図

【図8】

従来の伝送路シミュレータの構成を示すブロック図

【符号の説明】

11、20、43、53 無線回路

12、19、42、52

アナログベースバンド (BB) 処理部

13 マルチパス信号生成部

21 白色ガウス雑音発生部 (WGN)

22、107 増幅器

23、C1、C2 加算器

40 開発装置 (送信系)

41、51 デジタルベースバンド (BB) 処理部

100、200 伝送路シミュレータ

101 瞬時変動付与部

102 短長区間変動付与部

103 受信機雑音付加部

104 自動利得制御部

105 スイッチ (SW)

106 除算器

110 制御装置

201 送信アナログ調整部

202 受信アナログ調整部

A1～Ak、B1～Bk 複素乗算器

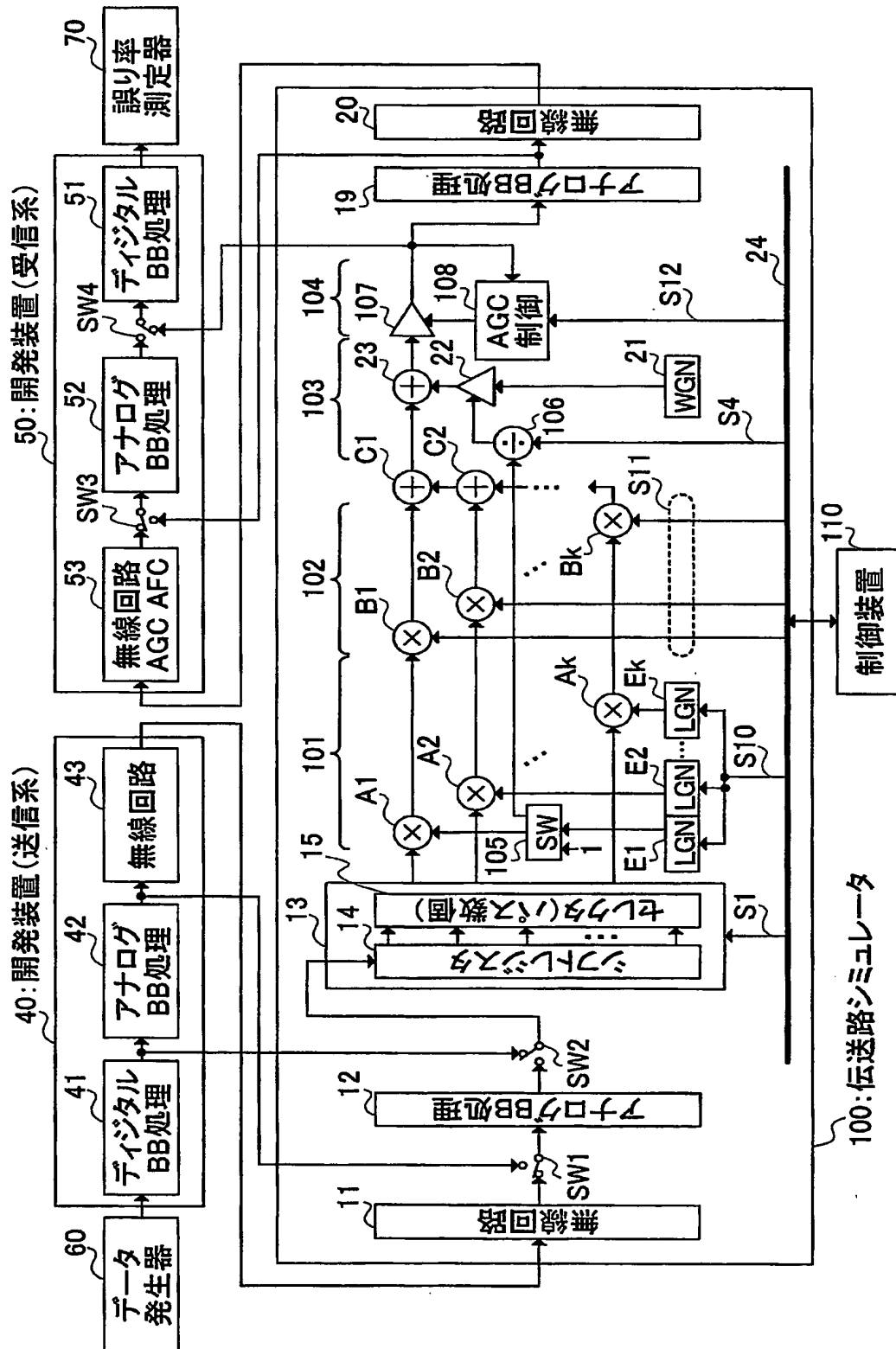
E1～Ek 帯域制限複素ガウス雑音発生部 (LGN)



【書類名】

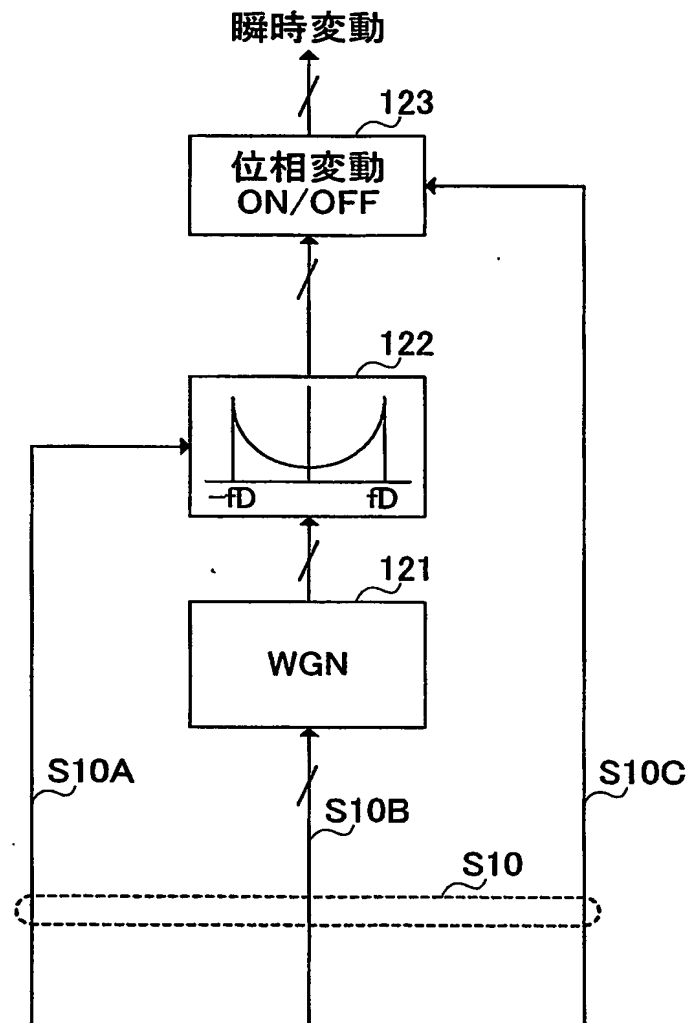
図面

【図 1】

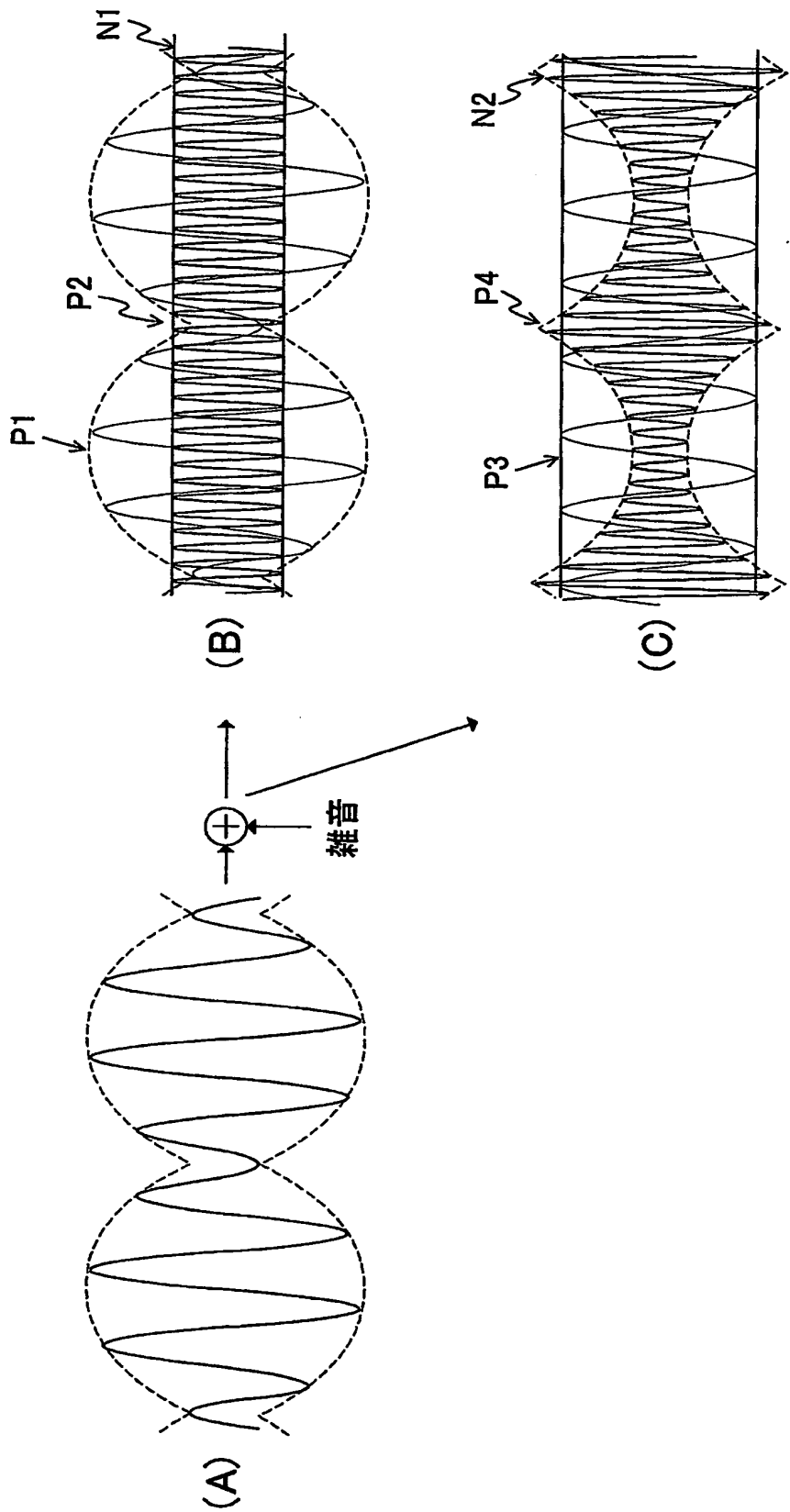


【図 2】

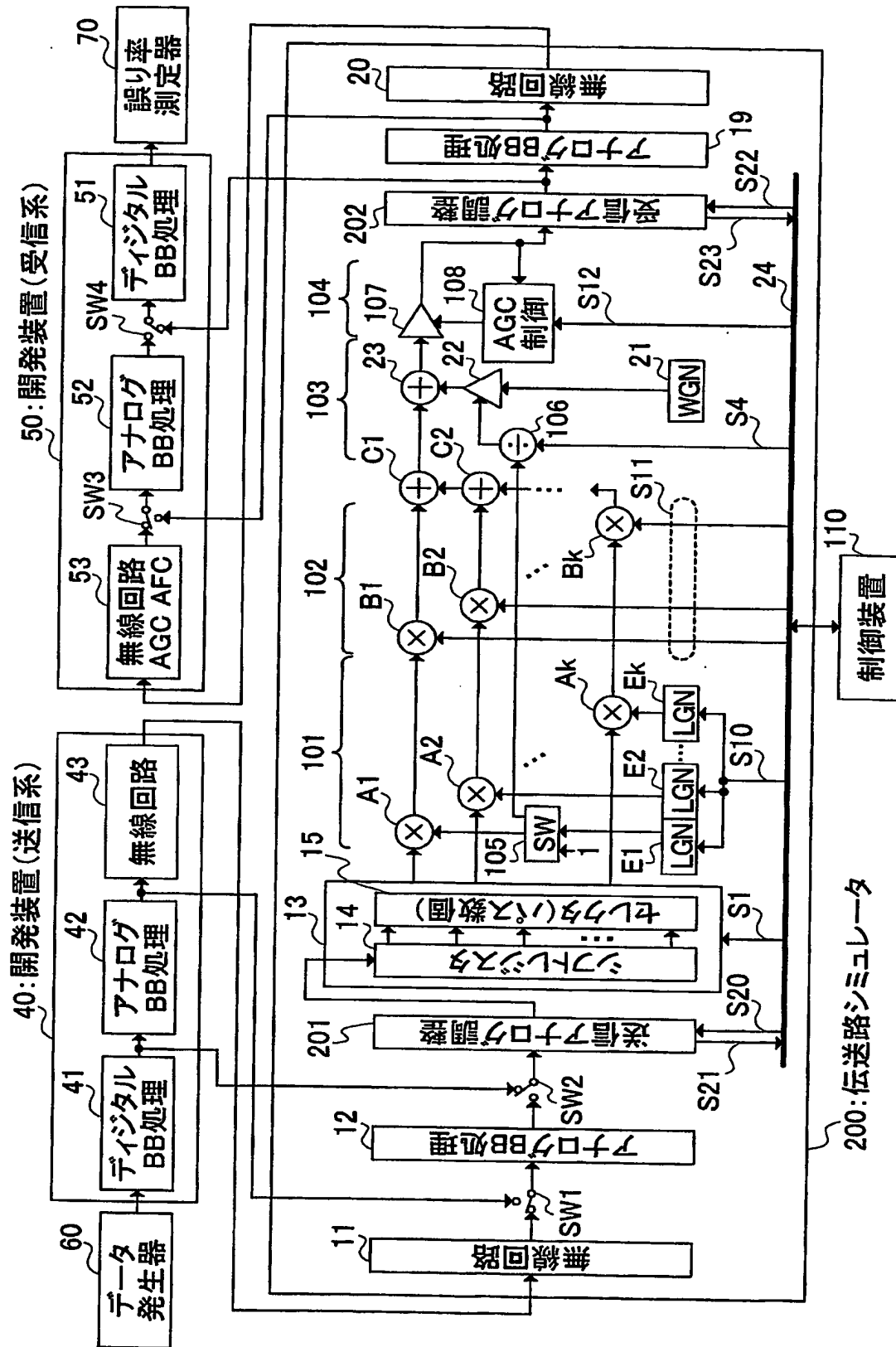
E1 (E2~Ek)



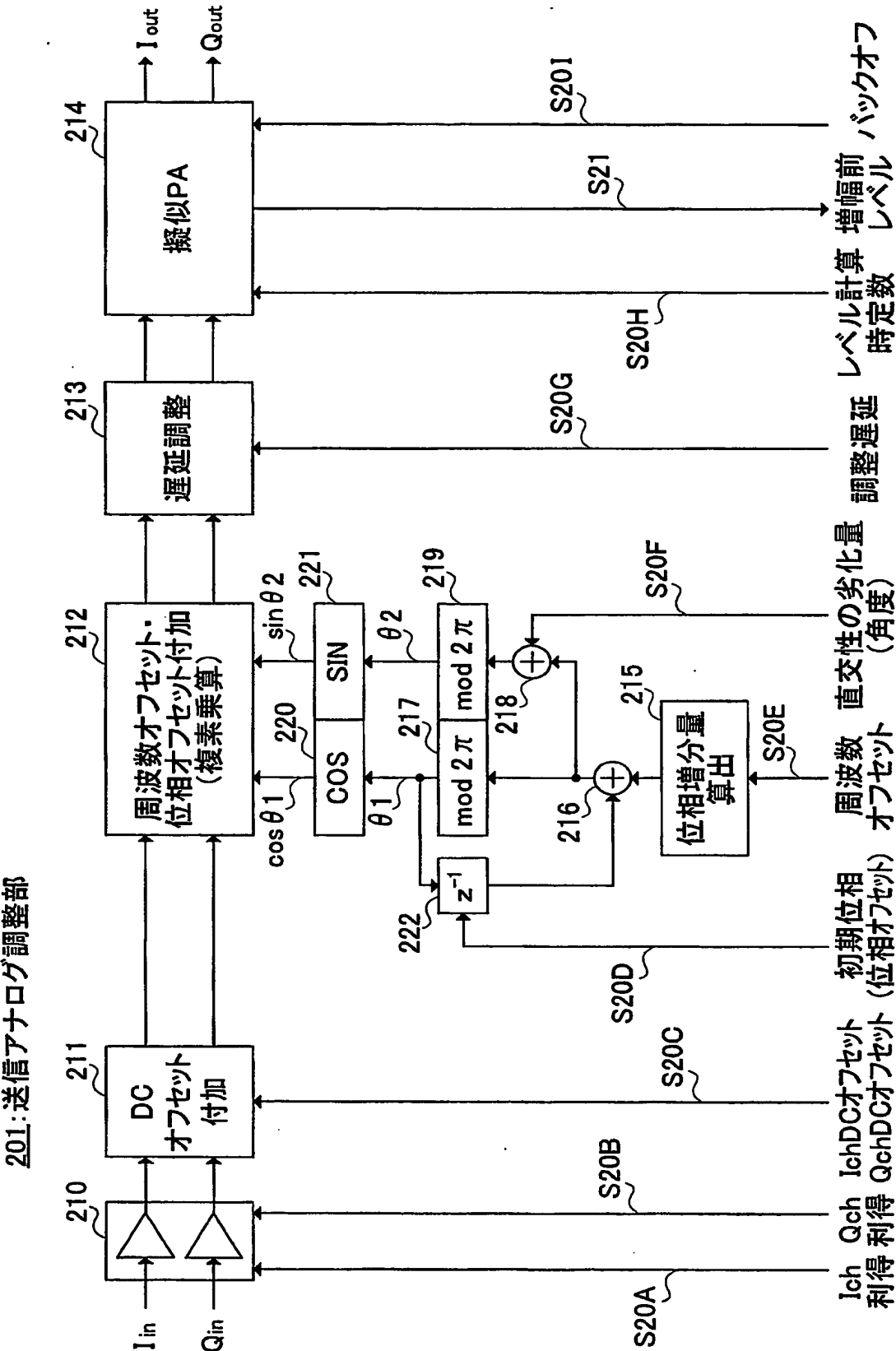
【図3】



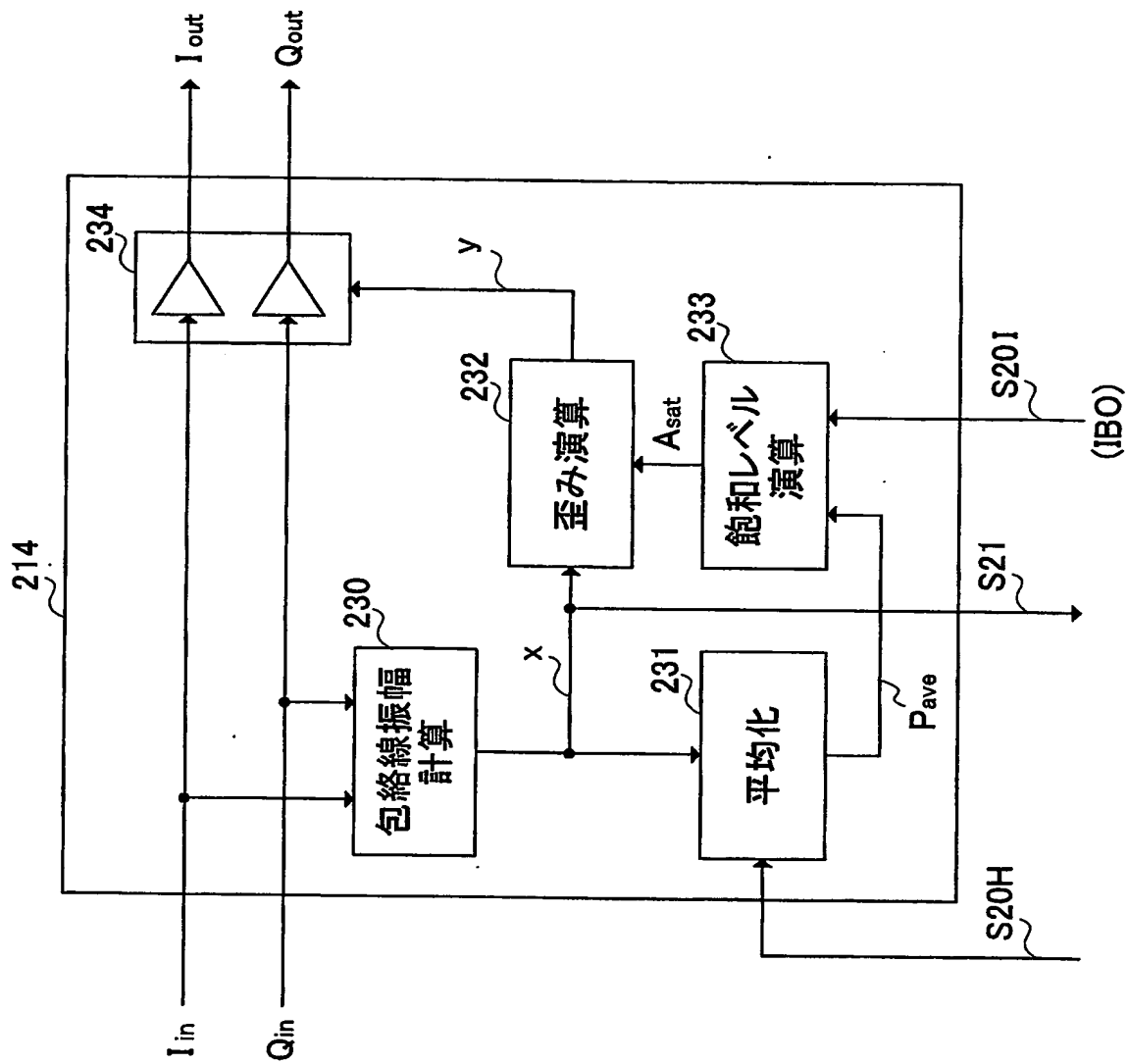
【図4】



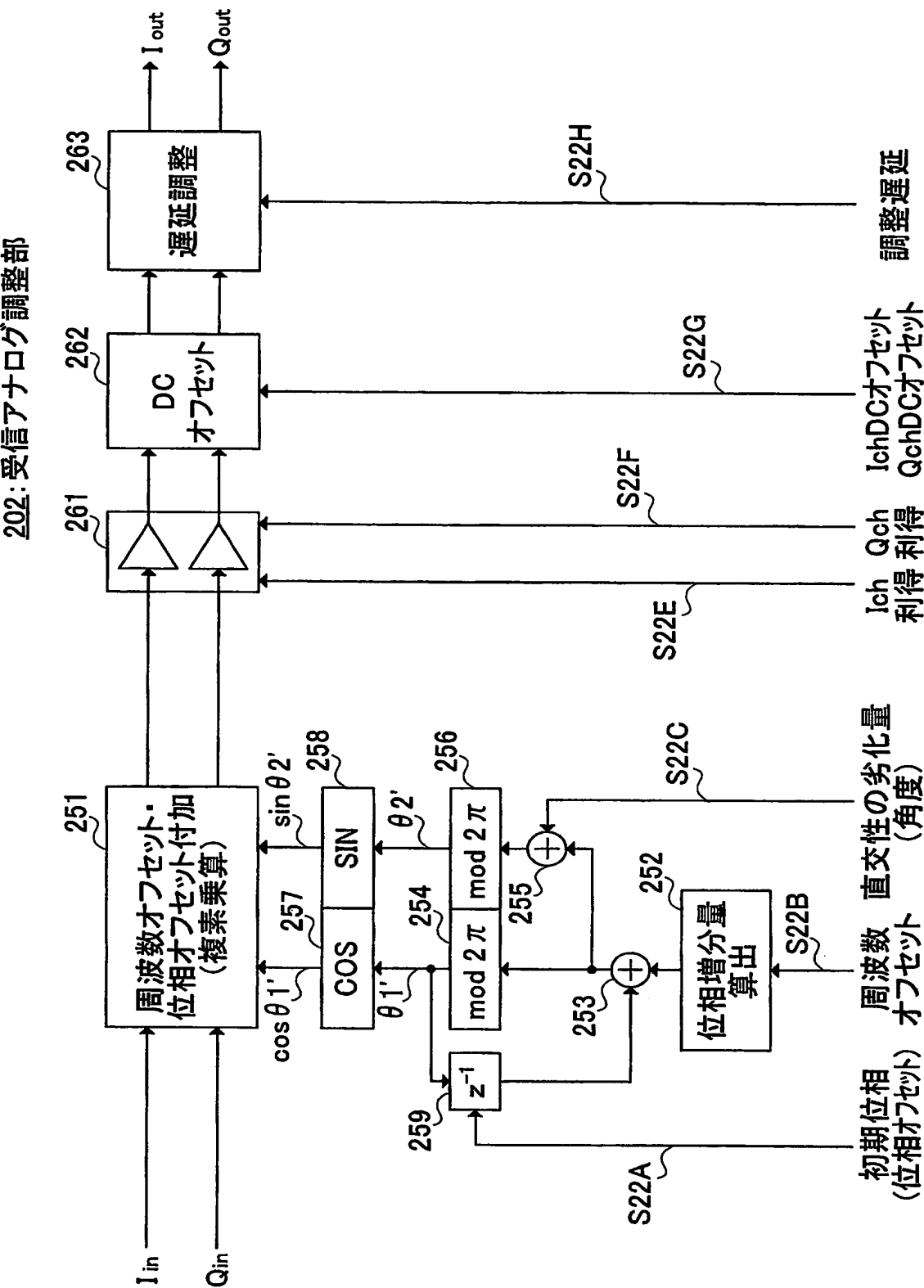
【図 5】



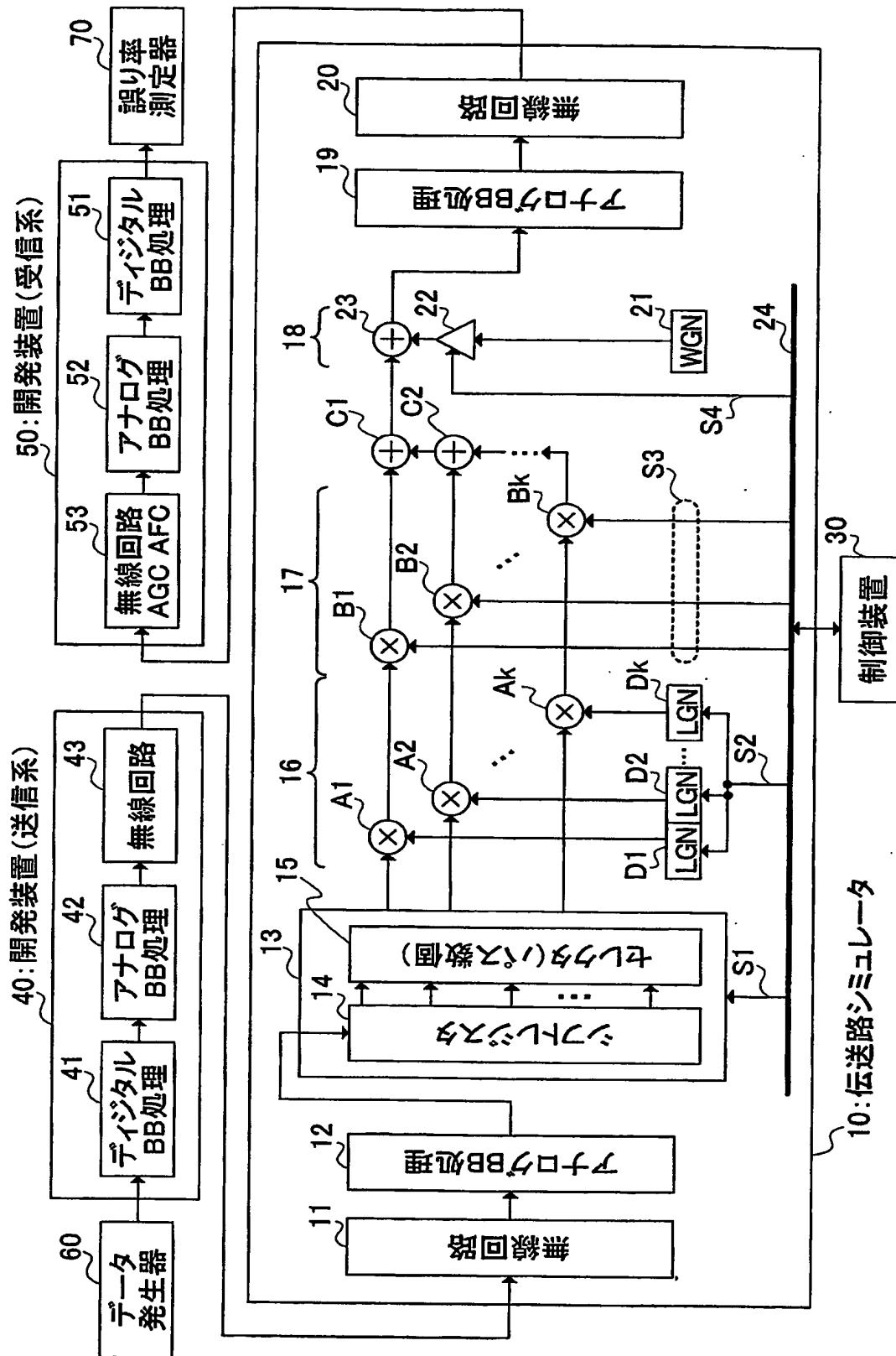
【図 6】



【図 7】



【图 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 無線回路の開発に拘わらず、デジタルベースバンド処理部の伝送特性を単独でかつ良好に評価できる伝送路シミュレータ及び無線機器評価方法を提供すること。

【解決手段】 デジタルベースバンド処理部 41 の出力信号を直接入力し、1パス伝送路シミュレート時には、受信機雑音付加部 103 によって全体の信号レベルをほぼ一定に保ちつつフェージングによる SNR 変動を模擬した受信機雑音を付加し、マルチパス伝送路シミュレート時には、瞬時変動付与部 101 及び短長区間変動付与部 102 によって各パスの信号にフェージングによる振幅変動のみを与えかつ自動利得制御部 104 によって各パスを合成した信号のレベルを一定にしたことにより、無線回路 53 の開発を待たずに、つまり受信系 50 における AGC 回路や AFC 回路が無くても、デジタルベースバンド処理部 41 の伝送路性能を評価することができるようになる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 7 2 7 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社